

которые разбивались на 10 групп. В приведенной ниже таблице, указаны среднее расстояние, заданное формулой (7), между временными рядами внутри одной группы.

Как видно из таблицы, группы 1–6 имеют сравнительно малое среднее расстояния между временными рядами. Группы 7–10 в таблице не приведены, так как среднее расстояние в них на порядок больше, что означает, что эти группы содержат выбросы. Подсчёт среднего расстояния между центрами кластеров показал, что они удалены друг от друга, так как расстояние превышает 10^5 .

Таблица полученных групп

	Номер группы					
	1	2	3	4	5	6
Количество рядов	88	46	81	33	161	65
Среднее Р в группе	2232	7150	4392	9293	1426	3101

Заключение. В перспективе, для лучшей кластеризации, можно использовать другие методы. Например, *c*-среднее – нечеткая кластеризация, которая позволит определить с какой степенью тот или иной ряд относится к какому-то кластеру. Целесообразно также использовать методы иерархической кластеризации, которые не требуют задания исходного числа кластеров, а позволяют найти их в процессе выполнения процедуры кластеризации. Так же для процедуры *c*-среднего можно использовать метрику относительного расстояния, вычисленную через корреляционный коэффициент Пирсона.

Представляет интерес так же использование других показателей, таких как коэффициенты разложения на прототипы функций (вейвлеты), коэффициенты разложения Фурье и другие возможные разложения, что, возможно, позволит повысить точность кластеризации.

Список литературы: 1. Todd Wittman. Time-Series Clustering and Association Analysis of Financial Data [Электронный ресурс] : сайт математического факультета Университета Калифорнии – Режим доступа: <http://www.math.ucla.edu/~wittman/thesis/project.pdf>. 2. T.Warren Liao. Clustering of time series data — a survey. [Электронный ресурс]: архив статей Университета Пенсильвании – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.115.6594&rep=rep1&type=pdf>. 3. Метод «Гусеница» [Электронный ресурс]: сайт об методе «Гусеница» – Режим доступа: <http://www.gistatgroup.com/gus/> 4. Показатель Хёрста [Электронный ресурс] : международная интернет энциклопедия – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Hurst_exponent.

Надійшла до редколегії 16.06.2011

УДК 658.58:621

А. В. КИЗИМ, канд. техн. наук, доц. ВолгГТУ, г. Волгоград, Россия;
С. В. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ»

О МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

Визначені задачі методологічної і програмно-інформаційної підтримки процесів технічного обслуговування і ремонту (ТОіР), основні проблемні галузі наукової підтримки організації робіт з ТОіР. Пропонуються мінімальний набір функцій системи програмно-інформаційної підтримки процесу ТОіР, а також використання в подібних системах засобів аналізу та інтелектуальної підтримки. Наведено основні елементи методики організації ремонтних робіт із застосуванням засобів автоматизації та приклади IDEF0–діаграм опису процесу ТОіР.

Определены задачи методологической и программно-информационной поддержки процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР), основные проблемные области научной поддержки организации работ по ТОиР. Предлагаются минимальный набор функций системы программно-информационной поддержки процесса ТОиР, а также использование в подобных системах средств анализа и интеллектуальной поддержки. Приведены основные элементы методики организации ремонтных работ с применением средств автоматизации и примеры IDEF0–диаграмм описания процесса ТОиР.

There were identified problems of methodology and software-information support to maintenance and overhaul (MRO), and main areas of scientific support to the organization of work on maintenance and repair. Proposed minimum set of function of system software and information support to MRO, as well as the use of such systems, analytical tools and intellectual support. Basic elements of MRO organization methodic showed.

Введение. После распада СССР многие производственные предприятия вынуждены в новых условиях самостоятельно решать проблему обеспечения непрерывного функционирования своего оборудования. Работоспособность оборудования напрямую влияет на производственно-финансовые показатели предприятия и его экономическое состояние. Поэтому решение задачи обеспечения эффективной организации технического обслуживания и ремонтов (ТОиР) производственного оборудования имеет достаточно большое значение.

Рассматриваемая проблема заключается в том, что ранее в СССР существовали специализированные научные институты (ЭНИМС, ЭНИКМАШ, ВНИИЛИТМАШ, ВНИИДМАШ), занимающиеся научной организацией ТОиР, которые публиковали методические рекомендации по организации на предприятиях системы ТОиР и, в частности, планово-предупредительных ремонтов (ППР), а после его распада отсутствует системная организация работы ремонтных служб, и каждое предприятие вынуждено самостоятельно решать задачи организации ТОиР своего оборудования. Упомянутые институты под руководством ЭНИМС еще в

1986 г. подготовили редакцию типовой системы ТОиР металло- и деревообрабатывающего оборудования [1].

По нашему мнению, в настоящее время имеется недостаточное количество публикаций и научных работ, посвященных обеспечению научной поддержки организации работ по ТОиР. Известно множество исследований по обеспечению надежности машин и систем, и гораздо меньше – публикаций по научной организации ТОиР. Исключением является наличие ряда работ по организации работы служб ТОиР металлургической отрасли [2] и публикаций по организации ТОиР горного оборудования.

В СССР была принята серия стандартов по системе технического обслуживания и ремонта техники (ГОСТ 18322–78, ГОСТ 21623–76, ГОСТ 23660–79 и ГОСТ 28.001–83). В 1999 г. в России был принят Межгосударственный стандарт ГОСТ 15.601–98 «Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое обслуживание и ремонт техники. Основные положения», который не регламентирует непосредственно саму организацию и проведение процессов, работ и процедур ТОиР. Многие предприятия все еще пользуются методологическим наследием минувшей эпохи, но в современных условиях многие положения советской системы ТОиР просто неприменимы по разным причинам (коммерциализация и рыночные условия, сокращение финансирования и отсутствие необходимых мощностей и объемов капитальных затрат, не позволяющие выполнять весь комплекс ППР в полном объеме). В работе [4] приведена структура методики автоматизации ремонтных работ предприятия, которая позволяет создать не только методологическую базу для работ ТОиР, но и автоматизировать соответствующие процессы. В работе [5] с системных позиций приводятся схемы управления развитием сложных систем с учетом их состояния, поддерживаемого выполнением экономически обоснованных работ ТОиР.

Основные проблемные области научной поддержки организации работ по ТОиР представляются нам следующим образом:

- организация управления службами ТОиР предприятия, а также автономным ремонтно-сервисным предприятием (задачи управления предприятием или подразделением, организации работ, оценки и повышения эффективности работы служб ТОиР, контроля работ, составления производственной программы);
- использование рациональных стратегий ТОиР, минимизирующих затраты (аварийные ремонты, а также ремонты по наработке и по фактическому состоянию);
- контроль технического состояния, диагностика (в т.ч. неразрушающий контроль и вибродиагностика) и прогнозирование отказов оборудования;
- научно-методическая поддержка планирования работ по ремонту и техническому обслуживанию (в т.ч. планирование последовательности обслуживания и ремонта оборудования, определение момента вывода оборудования в ремонт, обеспечение ресурсами работ по ТОиР);

– оптимизация складских запасов запасных частей и материалов для проведения ТОиР.

Многие из выделенных задач имеют решение, применимое при поддержке служб ТОиР, но не все из них решены в полной мере, и для повышения конкурентоспособности предприятия необходимо уделить им особое внимание. Эффективное решение достигается при применении системного подхода в сопровождении подчас и синергетического эффекта.

Анализ возможных положительных изменений и динамики основных показателей эффективности системы ТОиР после внедрения средств автоматизации ТОиР приводился в [3]. Применение научно обоснованной организации ТОиР является источником следующих основных эффектов:

- уменьшение числа поломок и простоев;
- увеличение срока службы обслуживаемых систем;
- сокращение затрат на эксплуатацию;
- повышение производительности оборудования.

Известны отдельные публикации по поддержке внедрения программных систем класса CMMS (Computerized Maintenance Management System, компьютеризированная система управления техническим обслуживанием) и EAM (Enterprise Asset Management, управления основными фондами предприятия), однако очень мало публикаций по вопросам проектирования и реализации подобных систем.

Как показали проведенные исследования, в системе автоматизации процесса ТОиР необходим следующий минимальный набор функций программно-информационной поддержки:

- ведение необходимой информации по ремонтной службе и объектах ремонта в электронном виде (паспортизация оборудования, ведение истории работы с оборудованием, работа в электронном виде с технологической и организационной структурой, хранение информации о материальных ресурсах, ведение информации о сотрудниках);
- ведение электронного журнала проведенных работ по ремонту и обслуживанию оборудования (фиксация в электронном виде информации о составе проведенных плановых и внеплановых работ по ТОиР, затраченных ресурсах и трудозатратах, автоматизированная регистрация проведенной запланированной работы, формирование документов по проведенным работам);
- составление планов проведения работ в электронном виде (добавление в электронный план работ, ресурсов и трудозатрат, автоматизация процесса составления планов с помощью заготовок-шаблонов работ, формирование документов "план работ");
- автоматизация расчетов стоимости работ (расчет стоимости работы, расчет стоимости затрачиваемых материалов, учет вида получения материала в расчетах (покупные или изготавливаемые), задание соотношений и коэффициентов расчета.

При рассмотрении требований к системе автоматизации процессов и задач ТОиР можно подходить к определению функций программной системы также и с точки зрения реализации функций субъектов процесса обеспечения работоспособности оборудования: собственников предприятий, директора, ремонтных служб, специалистов-механиков и подрядных сервисных организаций, осуществляющих ремонт и обслуживание на принципах аутсорсинга. В этом случае концепция построения системы поддержки представляет собой связанную совокупность автоматизированных рабочих мест специалиста, в которых они фиксируют результаты действий по своим работам и процедурам процесса ТОиР. Следует отметить, что результаты процесса ТОиР зависят от совокупности конкурирующих целей субъектов процесса ТОиР, и успех применения средств автоматизации зависит от степени удовлетворения целей субъектов автоматизируемого процесса.

Современные программные системы представляют собой не только инструменты поддержки выполнения функций деятельности специалистов «как есть», но и могут содержать средства интеллектуальной поддержки и разного рода анализа, что повышает их практическую ценность. Для систем программно-информационной поддержки процесса ТОиР – это механизмы интеллектуальной поддержки выполнения работ и процедур ТОиР, план-фактного анализа, прогнозирования отказов оборудования, планирования работ по ТОиР, поддержки принятия решения для отбора наиболее приемлемых вариантов альтернатив (оценка и выбор альтернатив оборудования, материальных и людских ресурсов, ремонтных процедур и др.), а ее система данных – представлять собой не простое хранилище данных (базу данных в классическом смысле), но и содержать метаданные, определяющие способы организации и связи данных низкого уровня, и правила для получения новых решений. Степень полезности программно-информационной системы поддержки ТОиР имеет большие значения при аккумуляции методологических правил организации ТОиР, выполнения работ и процедур ТОиР, опыта экспертов-специалистов по ТОиР в отрасли.

Эксплуатация программных систем приносит максимальный эффект при использовании специально разработанного методического обеспечения. На основании стандартов, опыта работы сервисных организаций и ремонтных подразделений предприятий, экспертных знаний, была formalизована методика автоматизации ремонтных работ предприятия, которая может использоваться в качестве методического обеспечения при проведении процессов ТОиР [4]. При этом для создания методики организации ремонтных работ с применением средств автоматизации решались следующие задачи:

- выделение объекта и направлений исследования;
- выявление субъектов процесса ТОиР, должностных обязанностей и функций служб ТОиР;

- исследование стандартов и документации по ТОиР;
- исследования состава оборудования и объектов обслуживания;
- выявление видов и состава работ;
- описание процессов ТОиР;
- оформление методики автоматизации ремонтных работ предприятия.

Методика автоматизации ремонтных работ является формализацией процесса ТОиР – моделью, которая может применяться при проведении ТОиР с использованием средств программно-информационной поддержки. Методика организации ремонтных работ с применением средств автоматизации содержит следующие основные разделы:

- введение, общие положения и терминология;
- система ТО и ремонта техники (состав процесса, объекты и средства, состав документации ТОиР);
- субъекты процесса ТОиР;
- описание процессов ТОиР (порядок сдачи и приема оборудования, формы и методы проведения, описание процессов «as-is» и «to-be»);
- вопросы обеспечения ТОиР (техника безопасности, информационное, материально-техническое, математическое обеспечение ТОиР, нормирование и планирование).

Формальные описания обобщенных типовых процессов ТОиР «as-is» и «to-be» вынесены в приложения и выполнены в виде функциональных диаграмм в нотации IDEF0. Примеры IDEF0-диаграмм описания процесса ТОиР приведены на рис. 1 и 2.

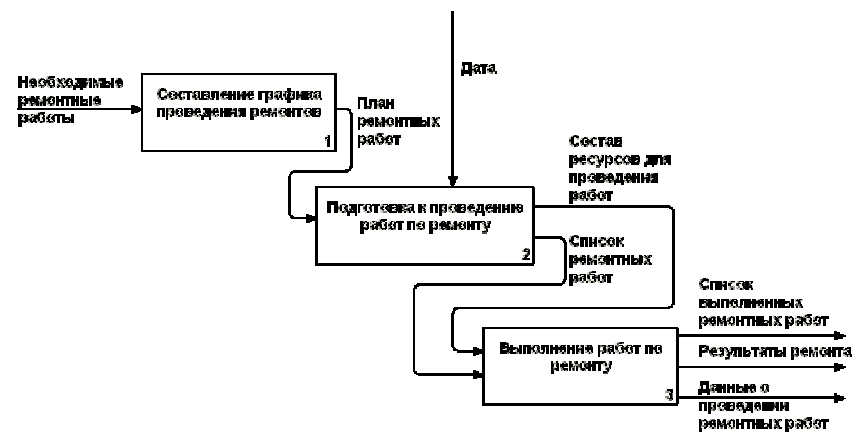


Рис. 1 – Схема процесса «Организация работ по ремонту»

Н. Л. ЩЕРБАКОВА, канд. техн. наук, доц. ВолгГТУ, г. Волгоград, Россия;
М. В. ЩЕРБАКОВ, канд. техн. наук, доц. ВолгГТУ, г. Волгоград, Россия;
В. А. КАМАЕВ, д-р техн. наук, проф. ВолгГТУ, г. Волгоград, Россия;
С. В. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ»

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ОТМЕНЕ ПЕРЕХОДА НА ЛЕТНЕЕ/ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ¹

Розглянуто методику визначення енергоспоживання при скасуванні переходу на літній / зимовий час. Для реалізації методики використовувалася система інтелектуального прогнозування споживання електроенергії EFAS, за допомогою якої були проведені випробування на комерційних будівлях торгового типу, розташованих у середній широті.

Рассмотрена методика определения энергопотребления при отмене перехода на летнее/зимнее время. Для реализации методики использовалась система интеллектуального прогнозирования потребления электроэнергии EFAS, с помощью которой были проведены испытания на коммерческих зданиях торгового типа, расположенных в средней широте.

The method of determining power consumption for the abolition of daylight saving time. To implement the method used a system of predictive forecasting of electricity consumption EFAS. It tests were conducted on commercial buildings, commercial type, located in the middle latitude.

Введение. До 2011 года на территории Российской Федерации осуществлялся переход на зимнее и летнее время. В последнее воскресенье марта стрелки часов переводили на 1 час вперед, а в последнее воскресенье октября – на 1 час назад. Подобный переход в 2011 году осуществляется еще в 82 из 252 государств мира. Данная практика применяется для максимального использования освещения солнечным светом и минимизации потребления электроэнергии и используется странами, расположенными в средних широтах (странами, расположенными вблизи экватора, в основном не используется).

В начале 2011 года президент России Дмитрий. Медведев дал поручение правительству об отмене перевода стрелок часов. В связи с этим, последний раз перевод часов был произведен 27 марта 2011 года, и, начиная с этого момента, страна будет жить только по летнему времени [1].

Альтернативой перехода на летнее время также является сдвиг режима работы на предприятиях в зависимости от времени года. Этой практикой пользуются некоторые отказавшиеся от перевода страны (Япония, Китай, Индия, Сингапур, Узбекистан, Киргизия и т.д.). В Японии, например, при сдаче экзаменов, работа начинается только через 2 часа после восхода солнца.

¹ Работа поддержана грантом РФФИ № 10-07-97008-р_поволжье_a

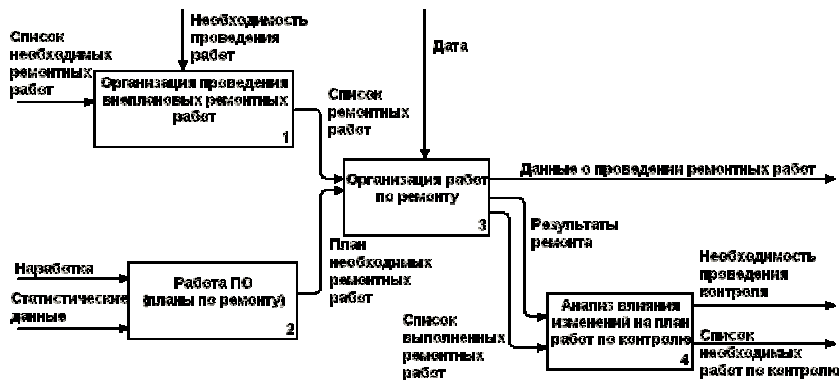


Рис. 2 – Схема процесса «Выполнение работ по ремонту оборудования»

Описанные выше методологические аспекты задач программно-информационной поддержки технического обслуживания и ремонта позволяют повысить эффективность организации и проведения ТОиР, что в итоге повышает производительность оборудования, прибыль и конкурентоспособность предприятий.

Выводы. Полученные результаты могут быть использованы ремонтными службами предприятий и специализированными ремонтными организациями при проведении технического обслуживания и ремонта, а также при проектировании и реализации программных систем программно-информационной поддержки ТОиР.

Список литературы: 1. Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования / Минстанкопром СССР, ЭНИМС. – М. : Машиностроение, 1988. – 672 с. 2. Ченцов Н.А. Организация, управление и автоматизация ремонтной службы: Учебник. – /Под ред. В.Я. Седуша, Донецкий национальный технический университет. – Донецк: Норд-Пресс-УНИТЕХ, 2007. – 258 с. 3. Кизим А.В. Обоснование необходимости автоматизации работ по ремонту и техническому обслуживанию оборудования / А.В. Кизим // Известия ВолгГТУ. Сер.: Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в техн. системах. – Волгоград, 2009. – № 6. – С. 118–121. 4. Кизим А.В. Исследование и разработка методики автоматизации ремонтных работ предприятия / А.В. Кизим, Н.А. Линева // Известия ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – Волгоград, 2008. – № 2, вып. 4. – С. 43–45. 5. Шевченко С.В. Управление развитием сложных систем с учетом стадии их жизненного цикла // Вестник НТУ «ХПИ». Сб. научн. тр. Тематичний випуск „Системний аналіз, управління та інформаційні технології“. - Харьков: НТУ „ХПИ“. – 2007. – № 18. – С. 154–157.

Надійшла до редакції 08.06.2011